

УДК 658.5 : 65.012.122

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЕДИНИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ

© 2025 И.Н. Хаймович<sup>1,2</sup>, И.С. Матвеев<sup>2</sup>

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия  
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,  
г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 28.01.2025

Учет обратной связи от конечного потребителя продукции играет ключевую роль в сфере производства с высокой степенью индивидуализации. В рамках современных концепций согласованного взаимодействия наблюдается отсутствие параметров, охватывающих этот аспект. Настоящая работа посвящена исследованию включения клиентской обратной связи в разработанные математические модели согласованного взаимодействия. Представленные результаты позволяют оптимизировать существующие подходы к специфическим требованиям единичных производств и выявить основные направления совершенствования процессов.

*Ключевые слова:* согласованное взаимодействие, организация производства, управление качеством процесса.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-1-63-74

EDN: TWESTQ

### ВВЕДЕНИЕ

В условиях производства единичного характера с акцентом на высокий уровень кастомизации изделий основной задачей является обеспечение удовлетворенности конечного клиента. Для достижения соответствия продукции предъявляемым требованиям предприятия интегрируют усилия конструкторских и производственных подразделений, обращая внимание на такие аспекты, как себестоимость, качество и сроки выполнения заказов. В данной работе актуальность подчеркивается необходимостью адаптации теоретических основ для учета особенностей таких процессов.

Цель работы – включить в существующую модель согласованного взаимодействия Хаймович Ирины Николаевны обратную связь заказчика для адаптации существующей теоретической базы в области согласованного взаимодействия под потребности единичных производств с высокой степенью кастомизации.

Для реализации поставленной цели были определены задачи:

1. Провести анализ существующей литературы в области согласованного взаимодействия;
2. Проанализировать бизнес процессы на базе существующего единичного производства с высокой степенью кастомизации;
3. Сформировать to-be модель с учетом анализа обратной связи от заказчика;
4. Составить анкету для последующего анкетирования заказчика;
5. Провести расчет показателей важности и удовлетворенности по факторам, а также определить общий показатель удовлетворенности.

Объектом исследования являются процессы конструкторско-технологической подготовки в единичном производстве.

Предметом исследования являются механизмы согласованного взаимодействия между производственными/конструкторскими подразделениями и заказчиком с целью повышения качества продукции.

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации задач исследования был проведен анализ актуальной литературы, изучены бизнес-процессы на примере реальных предприятий, проведено анкетирование, а также применены методы системного анализа для создания усовершенствованных моделей взаимодействия.

*Хаймович Ирина Николаевна, доктор технических наук, профессор. E-mail: kovalek68@mail.ru*  
*Матвеев Илья Сергеевич, аспирант. E-mail: ilyavseya@yandex.ru*

### ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Мировые исследования (например, Hammer & Champy, 2011; Arrow, 2004) демонстрируют значимость включения обратной связи от клиентов в управление производственными процессами. Тем не менее, как отмечает Хаймович И.Н. (2008), текущие модели недостаточно охватывают динамические аспекты взаимодействия с клиентами в условиях единичного производства.

### ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Для решения актуальных задач в области согласованного взаимодействия Хаймович Ирина Николаевна сформировала целевые функции различных подразделений и сотрудников [1]. Таким образом были определены целевые функции руководителей отделов (1), (2), (3) и сотрудников (4), (5), (6).

$$\Phi_0(\sigma_k(H, r_k), \sigma_m(y, r_m), \sigma_n(y, r_n), r_k, r_m, r_n) = D(H, y) - \sigma_k(H, r_k) - \sigma_m(y, r_m) - \sigma_n(y, r_n), \quad (1)$$

$$\Phi_k(\sigma_k(H, r_k), \eta_k(r_k), H, r_k) = \sigma_k(H, r_k) - \sum_{j=1}^m \eta_k^j(y, r_k^j) - C_k(r_k), \quad (2)$$

$$\Phi_m(\sigma_m(y, r_m), \eta_m(r_m), y, r_m) = \sigma_m(y, r_m) - \sum_{j=1}^n \eta_m^j(r_m^j) - C_m(r_m), \quad (3)$$

$$\Phi_n(\sigma_n(y, r_n), \eta_n(y, r_n), y, r_n) = \sigma_n(y, r_n) - \sum_{s=1}^S \eta_n^s(r_n^s) - \sum_{s=1}^S C_n^s(r_n^s), \quad (4)$$

$$f_k^i(\eta_k^i(r_k^i), \eta_{km}^i(H), H, r_k^i) = \eta_k^i(r_k^i) + \eta_{km}^i(H) - C_k^i(H, r_k^i), i \in I, \quad (5)$$

$$f_m^j(\eta_m^j(r_m^j), \eta_{mn}^j(y), y, r_m^j) = \eta_m^j(r_m^j) + \eta_{mn}^j(y) - C_m^j(r_m^j), j \in J, \quad (6)$$

где  $D(H, y)$  – функция дохода,  $\sigma_x(H, r_x), \sigma_m(y, r_m), \sigma_n(y, r_n)$  – бюджетные ресурсы, выделяемые на производство изделия,  $\eta_k(r_k), \eta_m(r_m), \sum_{s=1}^S \eta_n^s(y, r_n^s)$  – функции стимулирования подразделений,  $\eta_{km}^i(H)$  – функция стимулирования i-того конструктора со стороны технологического подразделения,  $\eta_{mn}^j(y)$  – функция стимулирования j-того технолога со стороны производственного подразделения,  $\eta_n^s(r_n^s)$  – функция стимулирования сотрудников s-того производственного подразделения,  $C_k(r_k), C_m(r_m), \sum_{s=1}^S C_n^s(r_n^s)$  – функции затрат конструкторского, технологического и производственного подразделений,  $C_n^{si}(r_n^{si})$  – функции затрат 1-того сотрудника s-того подразделения,  $H$  – качество изделия,  $r_k, r_m, r_n$  – квалификация соответствующего сотрудника.

Для анализа возможности внедрения обратной связи заказчика в существующую теорию, был проведен анализ существующих бизнес процессов единичного производства [2]. На базе проведенного анализа была составлена карта бизнес процессов.

В рамках данного производства выражена четкая последовательность операций, а основными процессами можно назвать процесс получения заказа, проектирования, разработки образца и запуска серии. Основными участниками данных процессов являются проектировщики и сотрудники производственного отдела. Как видно исходя из рисунка 1, текущая модель процессов не учитывает обратную связь заказчика, на основании которой можно было бы делать выводы о деятельности производства в рамках каждого отдельного процесса и в общем. Для внедрения данного процесса была сформирована to-be модель процессов, представленная ниже [2].

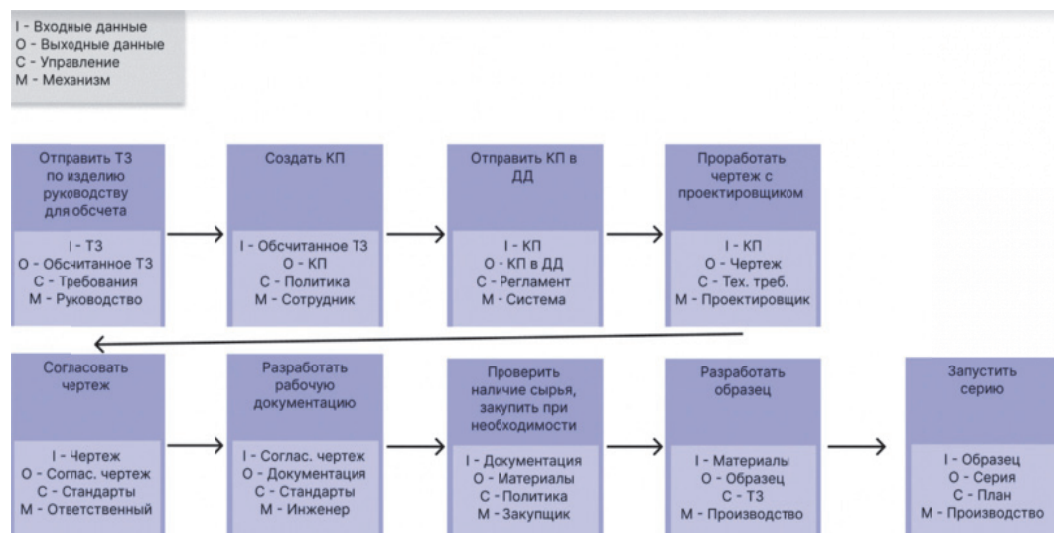


Рис. 1. As-is карта бизнес процессов производства

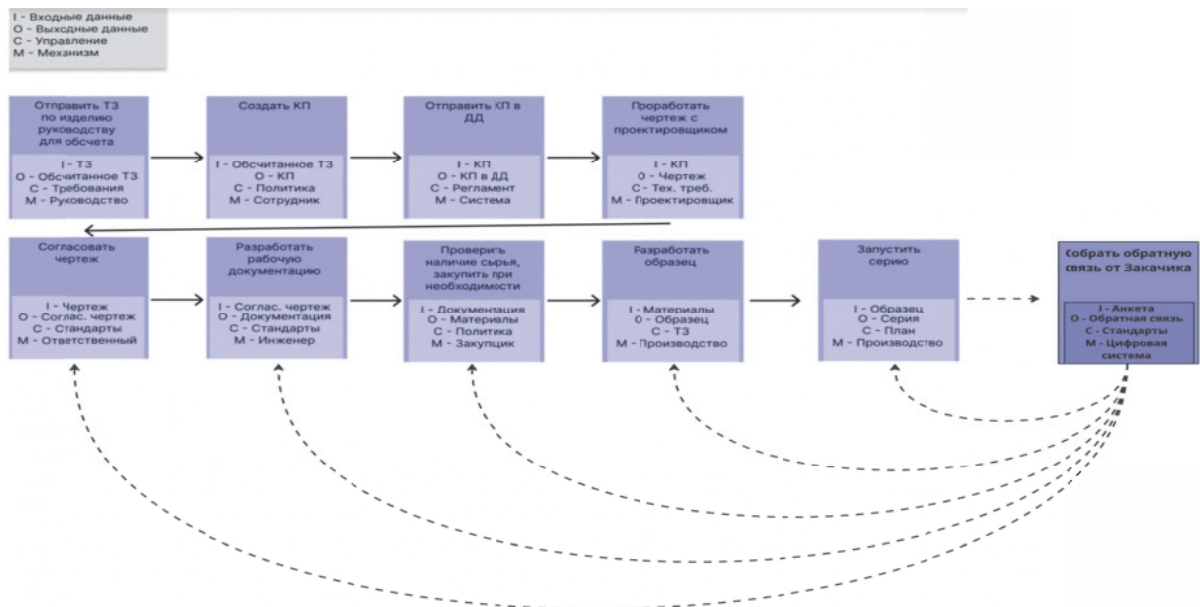


Рис. 2. To-be модель бизнес процессов производства

Как видно, исходя из данной модели, предлагается внедрить обратную связь заказчика по каждому этапу формирования конечного продукта посредством анкетирования. [3] Сформированная анкета приведена в таблице 1. Данная анкета направлена на выяснение степени важности различных факторов для конечного заказчика. Среди данных факторов были выделены: внешний вид, функциональность, надежность, удобство, безопасность, цена и сервис [4], [5].

Таблица 1. Оценки потребителями соответствия различных атрибутов изделий (n анкет)

Номер анкеты		1	2	3	...	n
<b>Факторы «внешний вид»</b>	X	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	...	X <sub>n</sub>
Привлекательность внешнего вида	X <sub>1</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	...	X <sub>1n</sub>
Качество сборки и отсутствие видимых дефектов	X <sub>2</sub>	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	X <sub>23</sub>	...	X <sub>2n</sub>
Соответствие ожиданиям внешнему виду	X <sub>3</sub>	X <sub>31</sub>	X <sub>32</sub>	X <sub>33</sub>	...	X <sub>3n</sub>
<b>Факторы «функциональность»</b>	Y	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	...	Y <sub>n</sub>
Соответствие заявленным функциям	Y <sub>1</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>13</sub>	...	Y <sub>1n</sub>
Удобство использования	Y <sub>2</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>22</sub>	Y <sub>23</sub>	...	Y <sub>2n</sub>
Полезность всех функций	Y <sub>3</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>32</sub>	Y <sub>33</sub>	...	Y <sub>3n</sub>
<b>Факторы «надежность»</b>	Z	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	...	Z <sub>n</sub>
Оценка прочности	Z <sub>1</sub>	Z <sub>11</sub>	Z <sub>12</sub>	Z <sub>13</sub>	...	Z <sub>1n</sub>
Уверенность в долговечности изделия	Z <sub>2</sub>	Z <sub>21</sub>	Z <sub>22</sub>	Z <sub>23</sub>	...	Z <sub>2n</sub>
Работоспособность без сбоев	Z <sub>3</sub>	Z <sub>31</sub>	Z <sub>32</sub>	Z <sub>33</sub>	...	Z <sub>3n</sub>
<b>Факторы «удобство»</b>	C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	...	C <sub>n</sub>
Удобство эксплуатации в повседневной жизни	C <sub>1</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	...	C <sub>1n</sub>
Эргономика изделия	C <sub>2</sub>	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	...	C <sub>2n</sub>
Понятность инструкций	C <sub>3</sub>	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>	C <sub>33</sub>	...	C <sub>3n</sub>
<b>Факторы «безопасность»</b>	T	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	...	T <sub>n</sub>
Общая безопасность изделия	t <sub>1</sub>	t <sub>11</sub>	t <sub>12</sub>	t <sub>13</sub>	...	t <sub>1n</sub>
Защита от возможных повреждений или травм	t <sub>2</sub>	t <sub>21</sub>	t <sub>22</sub>	t <sub>23</sub>	...	t <sub>2n</sub>
<b>Факторы «цена»</b>	P	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	...	P <sub>n</sub>
Соответствие качества изделия его цене	p <sub>1</sub>	p <sub>11</sub>	p <sub>12</sub>	p <sub>13</sub>	...	p <sub>1n</sub>
Оценка ценности изделия за уплаченные деньги	p <sub>2</sub>	p <sub>21</sub>	p <sub>22</sub>	p <sub>23</sub>	...	p <sub>2n</sub>
<b>Факторы «сервис»</b>	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	...	S <sub>n</sub>
Качество предоставленных сервисных услуг	s <sub>1</sub>	s <sub>11</sub>	s <sub>12</sub>	s <sub>13</sub>	...	s <sub>1n</sub>
Быстрота решения проблем	s <sub>2</sub>	s <sub>21</sub>	s <sub>22</sub>	s <sub>23</sub>	...	s <sub>2n</sub>
Доступность запчастей	s <sub>3</sub>	s <sub>31</sub>	s <sub>32</sub>	s <sub>33</sub>	...	s <sub>34</sub>

**Таблица 2.** Оценки потребителями важности различных атрибутов изделий (n анкет)

Номер анкеты		1	2	3	...	n
<b>Факторы «внешний вид»</b>	$X^B$	$X_1^B$	$X_2^B$	$X_3^B$	...	$X_n^B$
Привлекательность внешнего вида	$x_1^B$	$x_{11}^B$	$x_{12}^B$	$x_{13}^B$	...	$x_{1n}^B$
Качество сборки и отсутствие видимых дефектов	$x_2^B$	$x_{21}^B$	$x_{22}^B$	$x_{23}^B$	...	$x_{2n}^B$
Соответствие ожиданиям внешнему виду	$x_3^B$	$x_{31}^B$	$x_{32}^B$	$x_{33}^B$	...	$x_{3n}^B$
<b>Факторы «функциональность»</b>	$Y^B$	$Y_1^B$	$Y_2^B$	$Y_3^B$	...	$Y_n^B$
Соответствие заявленным функциям	$y_1^B$	$y_{11}^B$	$y_{12}^B$	$y_{13}^B$	...	$y_{1n}^B$
Удобство использования	$y_2^B$	$y_{21}^B$	$y_{22}^B$	$y_{23}^B$	...	$y_{2n}^B$
Полезность всех функций	$y_3^B$	$y_{31}^B$	$y_{32}^B$	$y_{33}^B$	...	$y_{3n}^B$
<b>Факторы «надёжность»</b>	$Z^B$	$Z_1^B$	$Z_2^B$	$Z_3^B$	...	$Z_n^B$
Оценка прочности	$z_1^B$	$z_{11}^B$	$z_{12}^B$	$z_{13}^B$	...	$z_{1n}^B$
Уверенность в долговечности изделия	$z_2^B$	$z_{21}^B$	$z_{22}^B$	$z_{23}^B$	...	$z_{2n}^B$
Работоспособность без сбоев	$z_3^B$	$z_{31}^B$	$z_{32}^B$	$z_{33}^B$	...	$z_{3n}^B$
<b>Факторы «удобство»</b>	$C^B$	$C_1^B$	$C_2^B$	$C_3^B$	...	$C_n^B$
Удобство эксплуатации в повседневной жизни	$c_1^B$	$c_{11}^B$	$c_{12}^B$	$c_{13}^B$	...	$c_{1n}^B$
Эргономика изделия	$c_2^B$	$c_{21}^B$	$c_{22}^B$	$c_{23}^B$	...	$c_{2n}^B$
Понятность инструкций	$c_3^B$	$c_{31}^B$	$c_{32}^B$	$c_{33}^B$	...	$c_{3n}^B$
<b>Факторы «безопасность»</b>	$T^B$	$T_1^B$	$T_2^B$	$T_3^B$	...	$T_n^B$
Общая безопасность изделия	$t_1^B$	$t_{11}^B$	$t_{12}^B$	$t_{13}^B$	...	$t_{1n}^B$
Защита от возможных повреждений или травм	$t_2^B$	$t_{21}^B$	$t_{22}^B$	$t_{23}^B$	...	$t_{2n}^B$
<b>Факторы «цена»</b>	$P^B$	$P_1^B$	$P_2^B$	$P_3^B$	...	$P_n^B$
Соответствие качества изделия его цене	$p_1^B$	$p_{11}^B$	$p_{12}^B$	$p_{13}^B$	...	$p_{1n}^B$
Оценка ценности изделия за уплаченные деньги	$p_2^B$	$p_{21}^B$	$p_{22}^B$	$p_{23}^B$	...	$p_{2n}^B$
<b>Факторы «сервис»</b>	$S^B$	$S_1^B$	$S_2^B$	$S_3^B$	...	$S_n^B$
Качество предоставленных сервисных услуг	$s_1^B$	$s_{11}^B$	$s_{12}^B$	$s_{13}^B$	...	$s_{1n}^B$
Быстрота решения проблем	$s_2^B$	$s_{21}^B$	$s_{22}^B$	$s_{23}^B$	...	$s_{2n}^B$
Доступность запчастей	$s_3^B$	$s_{31}^B$	$s_{32}^B$	$s_{33}^B$	...	$s_{3n}^B$

**Методы вычисления показателей удовлетворенности**

Показателями удовлетворённости потребителей являются:

1. ПУ1.1 – удовлетворённость факторами «Внешний вид».
2. ПУ1.2 – удовлетворённость факторами «Функциональность».
3. ПУ1.3 – удовлетворённость факторами «Надёжность».
4. ПУ1.4 – удовлетворённость факторами «Удобство».
5. ПУ1.5 – удовлетворённость факторами «Безопасность».
6. ПУ1.6 – удовлетворённость факторами «Цена».
7. ПУ1.7 – удовлетворённость факторами «Сервис».

8. ПУ1 – общая удовлетворённость изделием. Этот показатель является свёрткой показателей ПУ1.1 – ПУ1.7.

Показатели ПУ1.1 – ПУ1.7 рассчитываются однотипно. Пример вычисления этих показателей приводится для ПУ1.1. ПУ1.1 рассчитывается через оценки атрибутов  $x_1, x_2, x_3$ , соответствующие оценкам привлекательности внешнего вида, качества сборки и отсутствия видимых дефектов и соответствия ожиданиям внешнему виду (таблица 1).

$$\dot{I}O_{1.1} = \sum_{k=1}^3 x_k^{ai\ddot{o}i} * \delta_k, \tag{1}$$

где

$$x_k = \frac{\sum_{j=1}^n x_{kj}}{n}, k = 1,2,3; \tag{2}$$

$$\bar{\sigma}_k^{\hat{a}\hat{a}\hat{a}\hat{a}} = \frac{x_k^{\hat{a}}}{x_1^{\hat{a}} + x_2^{\hat{a}} + x_3^{\hat{a}}}, k = 1, 2, 3; \quad (3)$$

$$x_k^{\hat{a}} = \frac{\sum_{j=1}^n x_{kj}^{\hat{a}}}{n}, k = 1, 2, 3, \quad (4)$$

где  $x_k^{\hat{a}}$  – среднее значение важности для опрошенных потребителей атрибута №k в удовлетворенности факторами «внешнего вида» изделия;  $x_{kj}^{\hat{a}}$  – оценка одним потребителем важности для него атрибута №k, n – количество анкет (таблица 2).

Для расчета показателя удовлетворенности факторами «Внешнего вида» изделия воспользуемся следующими таблицами 3 и 4, в которых находятся средние значения параметров удовлетворенности и важности.

Таблица 3. Статистики

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
x1. Привлекательность внешнего вида	40	4	7,08	283
x2. Качество сборки и отсутствие видимых дефектов	40	6	6,98	279
x3. Соответствие ожиданиям внешнему виду	40	2	7,81	298

Таблица 4. Статистики

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
x1v. Привлекательность внешнего вида	40	8	9,03	362
x2v. Качество сборки и отсутствие видимых дефектов	40	2	9,24	370
x3v. Соответствие ожиданиям внешнему виду	40	2	9,15	366

Нормированные значения параметров важности:

- x1v норм = 9,03 / 27,42 = 0,33
- x2v норм = 9,24 / 27,42 = 0,34
- x3v норм = 9,15 / 27,42 = 0,33

По формуле 1 находим показатель удовлетворенности: ПУ1 = 7,29. Это показатель удовлетворенности изделием по факторам «Внешнего вида».

Рассчитываем показатель удовлетворенности изделием по факторам «функциональность». Воспользуемся таблицами нахождения средних величин 5 и 6.

Нормированные значения параметров важности:

- y1v норм = 8,92 / 26,98 = 0,33
- y2v норм = 9,01 / 26,98 = 0,33
- y3v норм = 9,05 / 26,98 = 0,34

Показатель удовлетворенности: ПУ2 = 7,22. Это показатель удовлетворенности изделиями по факторам «Функциональность».

Для расчета показателя удовлетворенности факторами «надежность» для изделий воспользуем-

**Таблица 5. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
у1. Соответствие заявленным функциям	40	5	7,15	286
у2. Удобство использования	40	7	7,05	282
у3. Полезность всех функций	40	3	7,45	298

**Таблица 6. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
у1v. Соответствие заявленным функциям	40	9	8,92	357
у2v. Удобство использования	40	6	9,01	360
у3v. Полезность всех функций	40	4	9,05	362

ся следующими таблицами 7 и 8, в которых находятся средние значения параметров удовлетворенности и важности.

**Таблица 7. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
z1. Оценка прочности	40	7	7,20	288
z2. Уверенность в долговечности изделия	40	6	7,35	294
z3. Работоспособность без сбоев	40	4	7,60	304

**Таблица 8. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
z1v. Оценка прочности	40	10	9,00	360
z2v. Уверенность в долговечности изделия	40	8	9,05	362
z3v. Работоспособность без сбоев	40	6	9,15	366



Нормированные значения параметров важности:

- $z1v \text{ норм} = 9,00 / 27,20 = 0,33$
- $z2v \text{ норм} = 9,05 / 27,20 = 0,33$
- $z3v \text{ норм} = 9,15 / 27,20 = 0,34$

Показатель удовлетворенности:  $ПУ3 = 7,38$ . Это показатель удовлетворенности изделием по факторам «надежность».

Для расчета показателя удовлетворенности факторами «удобство» для изделий воспользуемся следующими таблицами 9 и 10, в которых находятся средние значения параметров удовлетворенности и важности.

**Таблица 9. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
с1. Удобство эксплуатации в повседневной жизни	40	5	7,30	292
с2. Эргономика изделия	40	7	7,15	286
с3. Понятность инструкций	40	3	7,50	300

**Таблица 10. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
с1v. Удобство эксплуатации в повседневной жизни	40	9	8,90	356
с2v. Эргономика изделия	40	8	8,95	358
с3v. Понятность инструкций	40	6	9,00	360

Нормированные значения параметров важности:

- $c1v \text{ норм} = 8,90 / 26,85 = 0,33$
- $c2v \text{ норм} = 8,95 / 26,85 = 0,33$
- $c3v \text{ норм} = 9,00 / 26,85 = 0,34$

Показатель удовлетворенности:  $ПУ4 = 7,32$

По формуле 1 находим  $ПУ1.4 = 7,32$ . Это показатель удовлетворенности изделием по факторам «удобство».

Для расчета показателя удовлетворенности факторами «безопасности» использования изделий воспользуемся следующими таблицами 11 и 12, в которых находятся средние значения параметров удовлетворенности и важности.

**Таблица 11. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
t1. Общая безопасность изделия	40	6	7,40	296
t2. Защита от возможных повреждений или травм	40	5	7,55	302

**Таблица 12. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
t1v. Общая безопасность изделия	40	10	8,95	358
t2v. Защита от возможных повреждений или травм	40	9	9,00	360

Нормированные значения параметров важности:

- t1v норм =  $8,95 / 17,95 = 0,50$
- t2v норм =  $9,00 / 17,95 = 0,50$

По формуле 1 находим ПУ1.5 = 7,48. Это показатель удовлетворенности изделиями по факторам «безопасности» их использования.

Для расчета показателя удовлетворенности факторами «цена» для изделий воспользуемся следующими таблицами 13 и 14, в которых находятся средние значения параметров удовлетворенности и важности.

**Таблица 13. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
p1. Соответствие качества изделия его цене	40	7	7,25	290
p2. Оценка ценности изделия за уплаченные деньги	40	5	7,45	298

**Таблица 14. Статистики**

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
p1v. Соответствие качества изделия его цене	40	9	8,90	356
p2v. Оценка ценности изделия за уплаченные деньги	40	8	9,05	362

Нормированные значения параметров важности:

- p1v норм =  $8,90 / 17,95 = 0,50$
- p2v норм =  $9,05 / 17,95 = 0,50$

По формуле 1 находим ПУ1.6 = 7,35. Это показатель удовлетворенности изделиями по факторам «цены».

Для расчета показателя удовлетворенности факторами «сервис» для изделий воспользуемся следующими таблицами 15 и 16, в которых находятся средние значения параметров удовлетворенности и важности.

Нормированные значения параметров важности:

- s1v норм =  $8,95 / 26,85 = 0,33$
- s2v норм =  $8,90 / 26,85 = 0,33$
- s3v норм =  $9,00 / 26,85 = 0,34$

По формуле 1 находим ПУ1.7 = 7,36. Это показатель удовлетворенности изделиями по факторам «сервиса».



Таблица 15. Статистики

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
s1. Качество предоставленных сервисных услуг	40	6	7,35	294
s2. Быстрота решения проблем	40	7	7,25	290
s3. Доступность запчастей	40	4	7,50	300

Таблица 16. Статистики

Параметр	Всего	Пропущено	Среднее	Сумма
s1v. Качество предоставленных сервисных услуг	40	8	8,95	358
s2v. Быстрота решения проблем	40	10	8,90	356
s3v. Доступность запчастей	40	9	9,00	360

Для каждого из факторов удовлетворенности изделиями рассчитываются показатели важности (значимости) ПВ1.1 – ПВ1.7 этих факторов в общей удовлетворенности потребителя ПУ1:

- ПВ1.1 – важность факторов «внешний вид» изделия в общей удовлетворенности потребителя;
- ПВ1.2. – важность факторов «функциональность» изделия в общей удовлетворенности потребителя;
- ПВ1.3 – важность факторов «надежность» изделия в общей удовлетворенности потребителя;
- ПВ1.4 – важность факторов «удобство» в общей удовлетворенности потребителя;
- ПВ1.5 – важность факторов «безопасность» изделия в общей удовлетворенности потребителя.
- ПВ1.6 – важность факторов «цена» изделия в общей удовлетворенности потребителя.
- ПВ1.7 – важность факторов «сервис» в общей удовлетворенности потребителя.

Показатели ПВ1.1 – ПВ1.7 рассчитываются однотипно. Пример вычисления этих показателей приводится для ПВ1.1. ПВ1.1 рассчитывается через оценки важности атрибутов  $x_1^B, x_2^B, x_3^B$ , соответствующие оценкам важности привлекательности внешнего вида, качества сборки и отсутствия видимых дефектов, соответствия ожиданиям внешнему виду (таблица 3).

$$\hat{I}A_{1.1} = \frac{\sum_{k=1}^3 x_k^{\hat{a}}}{3}, \quad (5)$$

где  $x_k^B$  рассчитывается по формуле 4.

Для расчета общей удовлетворенности изделием ПУ1 используется следующая свертка:

$$\hat{I}O_1 = \sum_{i=1}^5 \hat{I}A_{1.i} * \hat{I}O_{1.i}, \quad (6)$$

где  $\hat{I}A_{1.i}$  – важность факторов изделия в общей удовлетворенности потребителя ПВ1, нормированная, исходя из выполнения соотношения  $\sum_{i=1}^5 \hat{I}A_{1.i} = 1$ , и рассчитываемая по формуле:

$$\hat{I}A_{1.i} = \frac{\hat{I}A_{1.i}}{\sum_{j=1}^5 \hat{I}A_{1.j}}, \quad (7)$$

Рассчитанные по этим формулам показатели важности для изделия выглядят следующим образом:

$$ПВ1.1 = (9,03 + 9,24 + 9,15) / 27,42 = 0,33$$

$$ПВ1.2 = (8,92 + 9,01 + 9,05) / 26,98 = 0,33$$

$$ПВ1.3 = (9,00 + 9,05 + 9,15) / 27,20 = 0,33$$

$$ПВ1.4 = (8,90 + 8,95 + 9,00) / 26,85 = 0,33$$

$$ПВ1.5 = (8,95 + 9,00) / 17,95 = 0,50$$

$$ПВ1.6 = (8,90 + 9,05) / 17,95 = 0,50$$

$$ПВ1.7 = (8,95 + 8,90 + 9,00) / 26,85 = 0,33$$

Находим показатель общей удовлетворенности изделием. Сначала находим нормированные показатели важности по формуле 7:

$$ПВ1.1н = 0,33 / (0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,50) = 0,19$$

$$ПВ1.2н = 0,33 / (0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,50) = 0,19$$

$$ПВ1.3н = 0,33 / (0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,50) = 0,19$$

$$ПВ1.4н = 0,33 / (0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,50) = 0,19$$

$$ПВ1.5н = 0,50 / (0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,50) = 0,24$$

$$ПВ1.6н = 0,50 / (0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,50) = 0,24$$

$$ПВ1.7н = 0,33 / (0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,50) = 0,19$$

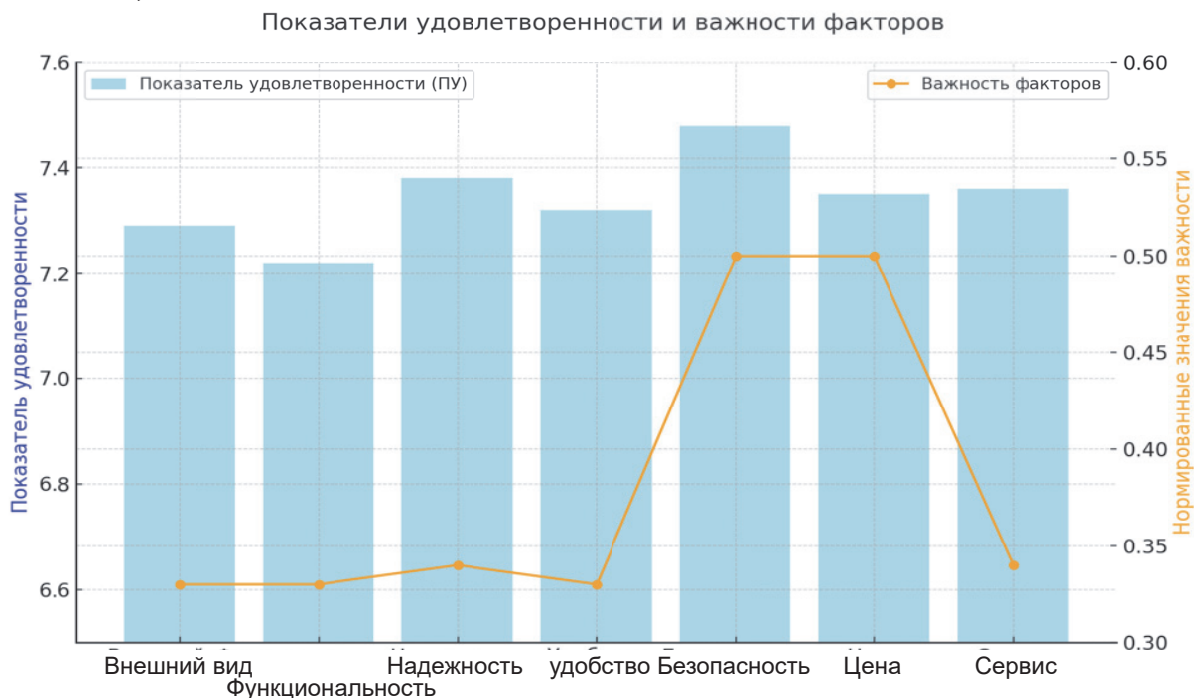
По формуле 6 рассчитываем общую удовлетворенность потребителей изделием:

$$ПУ1 = ПВ1.1н * ПУ1.1 + ПВ1.2н * ПУ1.2 + ПВ1.3н * ПУ1.3 + ПВ1.4н * ПУ1.4 + ПВ1.5н * ПУ1.5 + ПВ1.6н$$

$$* ПУ1.6 + ПВ1.7н * ПУ1.7$$

$$ПУ1 = 0,19 * 7,29 + 0,19 * 7,22 + 0,19 * 7,38 + 0,19 * 7,32 + 0,24 * 7,48 + 0,24 * 7,35 + 0,19 * 7,36$$

$$ПУ1 = 7,34$$



**Рис. 3.** Графическое представление показателей удовлетворенности потребителей различными факторами и показателей важности факторов для изделий по результатам анкетирования за 2025 год

На основании данной анкеты, а также при помощи существующих общепринятых стандартов ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 предлагается определить наиболее важные для заказчика характеристики и произвести анализ существующих проблем в контексте существующих бизнес процессов. [6], [7], [8] Далее на основании внедренных регламентов планируется формирование превентивных мер и мер, направленных на устранение существующих рекламаций. [9], [10]

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Включение обратной связи заказчика в качестве функции является важной задачей для совершенствования инструментария организации механизмов согласованного взаимодействия. Для реализации данного улучшения необходимо внедрить указанные изменения в бизнес-процессы организации и определить инструменты для сбора и внедрения данных, полученных от конечного заказчика.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенного анкетирования можно прийти к следующим выводам:

1. Общая удовлетворенность потребителей изделий находится на среднем уровне (ПУ1 = 7,35).
2. Наиболее важными факторами для потребителей являются надежность (ПВ1.3 = 0,21) и функциональность (ПВ1.2 = 0,21) изделия. Эти факторы имеют наибольший вес в общей удовлетворенности.
3. Потребители достаточно удовлетворены факторами надежности (ПУ1.3 = 7,38) и безопасности (ПУ1.5 = 7,48).
4. Относительно низкие показатели удовлетворенности наблюдаются по факторам внешнего вида (ПУ1.1 = 7,29) и функциональности (ПУ1.2 = 7,22). Это указывает на необходимость улучшения данных характеристик изделий.
5. Потребители в целом удовлетворены факторами удобства (ПУ1.4 = 7,32), цены (ПУ1.6 = 7,35) и сервиса (ПУ1.7 = 7,36), но есть возможности для дальнейшего улучшения этих показателей.

Таким образом, основываясь на полученных данных, можно сделать вывод, что для повышения общей удовлетворенности потребителей, необходимо сосредоточиться на улучшении внешнего вида и функциональности изделия, при этом сохранив достигнутый уровень надежности, безопасности, удобства, цены и сервиса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаймович, И.Н. Методология организации согласованных механизмов управления процессом конструкторско-технологической подготовки производства на основе информационно-технологических моделей: дис. ... докт. техн. наук: 05.02.22 / Хаймович Ирина Николаевна. – Самара, 2008. – 307 с.
2. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. – 4-е изд. / М. Хаммер, Д. Чампи – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 288 с.
3. Эрроу, К. Дж. Коллективный выбор и индивидуальные ценности. – 1-е изд. / Кеннет Дж. Эрроу – М.: Дом ГУ ВШЭ, 2004. – 201 с.
4. Хаймович, И.Н. Информационные системы в экономике и управлении: монография / И.Н. Хаймович. – Самара: Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2006. – 115 с.
5. Ковалькова, И.Н. Интегрирование автоматизированного проектирования в инженерного анализа в САПР технологической подготовки производства компрессорных лопаток / И.Н. Ковалькова И.Н.: Вестник СГАУ им. акад. С. П. Королева. Серия Проблемы и перспективы развития двигателестроения. – Самара, 2000. – С. 0-18.
6. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 24 с.
7. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента. – М.: Стандартинформ, 2016. – 32 с.
8. ГОСТ Р ИСО 45001-2020 Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. – М.: Стандартинформ, 2020. – 40 с.
9. Гермейер, Ю.Б. Игры с противоположными интересами. – 1-е изд. / Ю.Б. Гермейер. – М.: Наука, 1976. – 328 с.
10. Хаймович, И.Н. Рационализация организации производства машиностроительного предприятия на основе реинжиниринга / И.Н. Хаймович, А.И. Хаймович: Вестник СГАУ им. акад. С. П. Королева. – Самара, 2006. – № 3. – С. 53-58.

## IMPROVING THE ORGANIZATION OF SINGLE-UNIT PRODUCTION TAKING INTO ACCOUNT CONSUMER NEEDS

© 2025 I.N. Khaimovich<sup>1,2</sup>, I.S. Matveev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov, Samara, Russia

Accounting for feedback from end consumers is a crucial element in highly individualized production systems. Current theories of harmonized interaction lack parameters addressing this aspect. This study explores incorporating customer feedback into pre-existing mathematical models of harmonized interaction. The findings facilitate the optimization of approaches to meet specific requirements of single-production scenarios and identify key areas for process improvement.

*Keywords:* harmonized interaction, production organization, process quality management

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-1-63-74

EDN: TWESTQ

## REFERENCES

1. *Hajmovich, I.N.* Metodologiya organizacii soglasovannyh mekhanizmov upravleniya processom konstruktorsko-tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva na osnove informacionno-tehnologicheskikh modelej: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.02.22 / Hajmovich Irina Nikolaevna. – Samara, 2008. – 307 s.
2. *Hammer, M.* Reinzhiniring korporacii: Manifest revolyucii v biznese. – 4-e izd. / M. Hammer, D. Champi – M.: Mann, Ivanov i Ferber, 2011. – 288 s.
3. *Errou, K. Dzh.* Kollektivnyj vybor i individual'nye cennosti. – 1-e izd. / Kennet Dzh. Errou – M.: Dom GU VShE, 2004. – 201 s.
4. *Hajmovich, I.N.* Informacionnye sistemy v ekonomike i upravlenii: monografiya / I.N. Hajmovich. – Samara: Izd-vo Samar. nauch.centra RAN, 2006. – 115 ы.
5. *Koval'kova, I.N.* Integrirovaniye avtomatizirovannogo proektirovaniya v inzhenerenogo analiza v SAPR tekhnologicheskoi' podgotovki proizvodstva kompressornyh lopatok / I.N. Koval'kova I.N.: Vestnik SGAU im. akad. S.P. Koroleva. Seriya Problemy i perspektivy razvitiya dvigatelestroeniya. – Samara, 2000. – S. 10-18.
6. GOST R ISO 9001-2015 Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. – M.: Standartinform, 2015. – 24 s.
7. GOST R ISO 14001-2016 Sistemy ekologicheskogo menedzhmenta. – M.: Standartinform, 2016. – 32 s.
8. GOST R ISO 45001-2020 Sistemy menedzhmenta bezopasnosti truda i ohrany zdorov'ya. – M.: Standartinform, 2020. – 40 s.
9. *Germejer, Yu.B.* Igry s neprotivopolozhnymi interesami. – 1-e izd. / Yu.B. Germejer. – M.: Nauka, 1976. – 328 s.
10. *Hajmovich, I.N.* Racionalizaciya organizacii proizvodstva mashinostroitel'nogo predpriyatiya na osnove reinzhiniringa / I.N. Hajmovich, A.I. Hajmovich: Vestnik SGAU imeni akademika S.P. Koroleva. – Samara, 2006. – № 3. – S. 53-58.